

# 崂山自然保护区人类活动遥感监测与评价

崔文连<sup>1</sup>, 刘杰<sup>2</sup>, 刘善伟<sup>2</sup>, 王艳玲<sup>1</sup>

(1. 青岛市环境监测中心站, 山东 青岛 266003; 2. 中国石油大学(华东), 山东 青岛 266580)

**摘要:** 人类活动对自然保护区的生物多样性和生态平衡产生重要影响, 分析人类活动对保护区的影响, 为保护区政策的制定和有效地管理提供依据, 作者基于 2003 和 2009 年的高分辨率遥感数据, 开展保护区人类活动类型信息提取, 利用人类干扰指数模型, 分析了人类活动对崂山自然保护区产生的影响。结果表明: 2003~2009 年, 保护区受居民区、工矿用地、农田等人类活动的干扰较大, 且干扰程度有所增强, 变化区域主要集中在实验区, 而核心区和缓冲区受到人类活动的影响变化不明显。

**关键词:** 崂山自然保护区; 人类活动; 遥感; 人类干扰指数模型

中图分类号: P237 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2015)02-0118-04

doi: 10.11759/hyqx20141011010

崂山自然保护区是中国同纬度地区植物种类最多、植物区系成分最复杂的地带, 具有较高的自然生态保护和科研价值。近年来, 随着人类对保护区及周边的开发, 保护区受人类活动的干扰程度越来越严重。通过开展干扰程度分析, 能够为保护区的持续发展以及政策的制定提供数据基础和理论依据。

近年来, 国内在人类活动对生态环境的影响研究方面已开展了相关工作。郭砾等<sup>[1]</sup>通过研究人类活动与保护区景观破碎度之间的关系, 结合遥感影像分析了人类活动对泰山自然保护区的影响; 韦惠兰等<sup>[2]</sup>通过建立人类活动影响指数模型, 研究了人类活动对白水江国家级自然保护区生物多样性的影响; 黄领梅等<sup>[3]</sup>在综合分析干旱区人类活动强度内涵及其与自然、社会和经济基础间关系基础上, 构建了人类活动干扰强度综合评价指标体系, 建立了模糊综合评价模型。上述研究中, 人类活动影响的评价方法一般为: 首先建立评价模型, 然后量化人类活动对环境产生的影响, 最后进行分析评价。

作者基于崂山自然保护区 2003 年和 2009 年的两期高分辨率遥感数据, 提取保护区人类活动的类型及其分布, 利用人类干扰指数模型, 对各个人类活动斑块的干扰强度进行计算, 分析该区域人类活动干扰强度的分布及变化, 为生物多样性保护与生态建设提供科学依据。

## 1 研究区域与数据

### 1.1 研究区域

崂山自然保护区地处青岛市区东北部, 濒临黄

海, 总面积 448.55 km<sup>2</sup>, 其中核心区 74.67 km<sup>2</sup>、缓冲区 285 km<sup>2</sup>(图 1), 是国务院确定的首批国家重点风景名胜区之一。该保护区是中国同纬度地区植物种类最多、植物区系成分最复杂的地带, 保护区面积和崂山国家风景名胜区面积相当, 其中保护区核心区面积就是崂山国家森林公园面积, 森林覆盖率达 68%, 分布有 50 余种国家一、二级保护动植物, 具有较高的自然生态保护和科研价值。

### 1.2 数据来源

作者以高分辨率卫星遥感影像为主要信息源, 辅以中分辨率遥感影像提取相应的年代信息。高分辨遥感影像为 2003 年 SPOT-5 融合影像(空间分辨率 2.5 m)、2009 年 RapidEye 影像(空间分辨率 5 m), 图像质量良好。

## 2 研究方法

### 2.1 人类活动干扰类型信息提取

人类活动干扰信息提取是进行人类活动干扰强度分析的基础环节。作者以保护区遥感影像为基准, 参考 Google Earth, 结合保护区人类活动内容, 将保护区内人类活动类型分为工矿用地、旅

收稿日期: 2014-10-11; 修回日期: 2014-10-31

基金项目: 山东省生态环境十年变化遥感调查与评估项目(SDSTS-2013-03); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(12CX04012A)

作者简介: 崔文连(1971-), 女, 山东青岛人, 本科, 高级工程师, 主要从事海洋与生态学研究, 电话: 0532-82899931, E-mail: cwlian@gmail.com; 刘善伟, 通信作者, E-mail: shanweiliu@163.com

游区、农田、养殖区、居民区、道路等 6 类(表 1), 其中对工矿用地、旅游区、农田、养殖区、居民区等人类活动区域进行面状提取, 对道路进行线状提取。

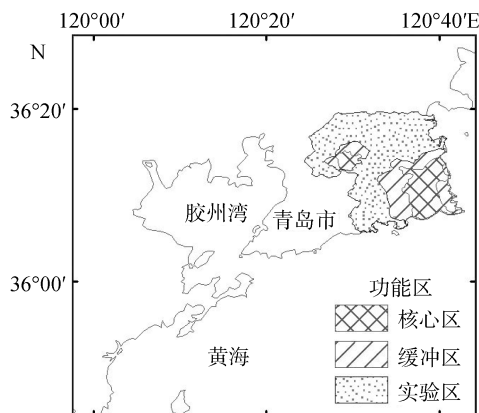


图 1 地理位置及功能区分布

Fig.1 The location and distribution of functional areas

表 1 人类活动干扰信息分类体系

Tab.1 Classification system of the effect of human activities

| 编号 | 类型   | 说明                 |
|----|------|--------------------|
| 1  | 工矿用地 | 工业生产、采矿、物资存放场所土地   |
| 2  | 旅游区  | 旅游景点及管理机构的建筑用地     |
| 3  | 农田   | 种植农作物的耕地和园地        |
| 4  | 养殖区  | 沿海应用于海水养殖的坑塘       |
| 5  | 居民区  | 人们生活居住的房基地及其附属设施土地 |
| 6  | 道路   | 保护区范围内的公路和农村道路     |

## 2.2 人类活动干扰指数模型

在评价保护区受人类干扰的影响程度时, 选取合适的人类干扰指数模型是一个关键步骤, 模型要求能够客观事实地反应各种人类活动对保护区所产生的影响大小, 同时要能够考虑当人类活动类型不同和所处地理位置不同时各自所占的权重。作者选取了《山东省生态环境十年变化(2000~2010年)遥感调查与评估项目技术手册》中的人类干扰指数计算模型:

$$I_{str} = a_1 b_1 x_1 + a_2 b_2 x_2 + \dots + a_i b_i x_i$$

其中,  $I_{str}$  为自然保护区人类活动干扰指数;  $a_i b_i x_i$  为斑块干扰强度;  $a_i$  根据每一类人类活动斑块所在的功能区来确定, 赋值原则依次为核心区 > 缓冲区 > 实验区, 赋值如表 2;  $b_i$  根据每一种人类活动类型对自然保护区的干扰程度来确定;  $x_i$  为自然保护区人类活动类型的面积或道路的长度, 需将道路长度(m)与其他

人类活动类型的面积( $m^2$ )进行归一化处理。

表 2 各功能区  $a_i$  值

Tab.2 The  $a_i$  values of the functional areas

| 功能区   | 核心区 | 缓冲区 | 实验区 |
|-------|-----|-----|-----|
| $a_i$ | 3   | 2   | 1   |

不同类型人类活动干扰因子  $b_i$  根据其对自然保护区所造成的干扰程度来确定。人类活动对生态系统服务功能的影响极其复杂, 一种人类活动方式可以影响生态系统的多种服务功能; 生态系统中每一种服务功能也是受到多种人类活动方式综合影响的<sup>[4]</sup>。其中工矿用地、旅游区和居民区会因为排放污染物、改变水循环等, 影响生态系统对大气和气候的调节过程、损害生态系统净化环境的能力, 对保护区造成温室效应、物种减少、环境污染等影响, 使得生物多样性维持能力下降; 道路的建设会造成保护区土地占用、植被破坏、水土流失、噪声、大气和水环境污染, 以及野生动植物分离阻隔、数量减少等问题对保护区生态环境造成破坏。养殖区会因为物种的单一, 影响生态系统产品的提供和生物多样性的维持能力; 农田会因为大量化肥和农药使用, 造成氮沉降、地下水污染、富营养化、虫害加剧、生物入侵、物种减少或灭绝等后果, 削弱保护区的生态系统净化环境的能力、影响生态系统对大气和气候的调节能力, 使得保护区生物多样性维持能力下降。对比发现, 工矿用地、旅游区等人类活动对自然保护区的干扰程度较大, 居民区、道路等人类活动类型居中, 养殖区和农田的干扰较小。据此, 对各种人类活动类型干扰程度  $b_i$  进行赋值如表 3。

表 3 人类活动干扰程度  $b_i$  值

Tab.3 The  $b_i$  values of human activities interference

| 类型    | 工矿用地 | 旅游区 | 居民区 | 道路 | 养殖区 | 农田 |
|-------|------|-----|-----|----|-----|----|
| $b_i$ | 4    | 4   | 3   | 3  | 2   | 1  |

## 2.3 人类活动信息极差正规化

由于人类活动的类型之间的量纲有所不同, 无法对其进行直接计算和比较, 因此要对获得的原始数据进行无量纲化。常用的指标无量纲化方法有极差正规化、标准化变换、对数变换和比重法<sup>[5]</sup>。作者选用极差正规化法, 将原始数据变换为规格化数据, 极差为人类活动观测值的最大值与最小值之差:

$$X = \frac{MaxX_i}{MinX_i} \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

极差正规化是变量的每个观测值减去观测值的最小值再除以极差, 公式为:

$$Y_i = (X_i - \text{Min}X_i) / (X_i - \text{Min}X_i) \quad X(i=1, 2, \dots, n)$$

为了保证极差正规化后所得到的规格化数值在 0~1, 在此  $\text{Max}X_i$  和  $\text{Min}X_i$  分别选用 2003 年和 2009 年两期数据中人类活动观测值的最大值和最小值。通过极差正规化变换能够确保  $0 \leq Y_i \leq 1$ , 消除了不同量纲对观测数据的影响。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 人类活动强度分布特征

根据研究区域的人类活动分类, 利用人类活动干扰指数计算公式, 得到保护区各个斑块的干扰强度, 并形成人类活动各斑块干扰强度专题图(图 2), 同时计算保护区内不同人类活动类型所产生的干扰强度(表 4)。

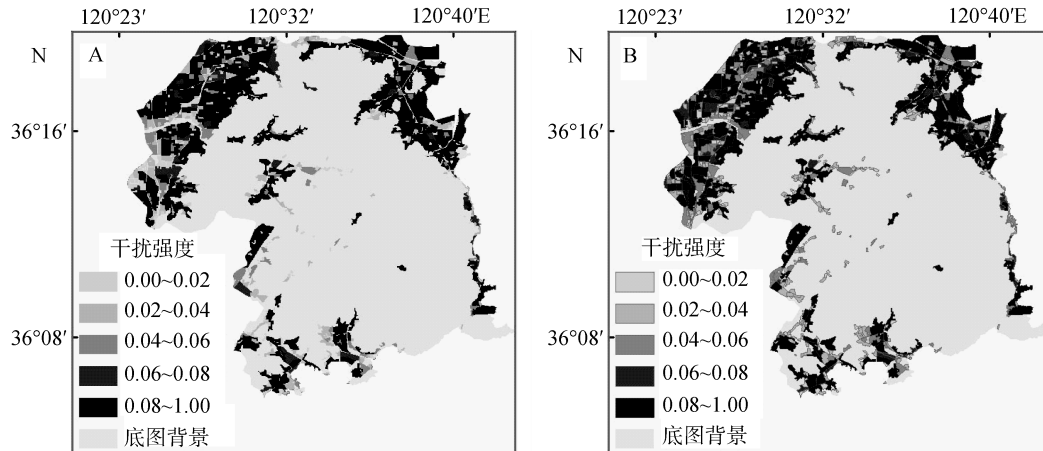


图 2 2003 年(A)与 2009 年(B)人类活动各斑块干扰强度专题  
Fig.2 Thematic map of human activities interference in 2003(A) and 2009(B)

表 4 2003 年与 2009 年保护区各项人类活动类型干扰强度

Tab.4 The human activities interference of protection areas in 2003 and 2009

| 年份   | 类型     |        |       |       |       |       |
|------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
|      | 农田     | 工矿用地   | 居民区   | 旅游区   | 养殖区   | 道路    |
|      | 干扰强度   |        |       |       |       |       |
| 2003 | 10.472 | 6.068  | 9.398 | 0.434 | 0.926 | 0.165 |
| 2009 | 10.169 | 10.593 | 9.643 | 0.463 | 0.878 | 0.272 |

从图 3 和表 4 可见, 人类活动对保护区的影响主要集中在保护区的周边地区, 其中保护区受农田、工矿用地和居民区的干扰较大, 主要是因为它们的分布范围广, 面积较大。从保护区的地理位置来看靠近海边的区域受人类活动的影响较小, 处于内陆的地带受人类活动的干扰较大, 这主要是由于靠近内陆地区受人类活动类型复杂, 活动频繁, 农田、工矿用地等主要集中在此; 而保护区内养殖区、旅游区和道路由于面积较小, 对保护区产生的干扰强度较小。通过对比两期人类干扰强度, 可以看到: 工矿用地类型干扰强度明显增加, 其他人类活动类型干扰强度变化不大, 表明人类活动类型变化主要以工矿用地为主, 其他人类活动类型变化不大。

#### 3.2 人类活动干扰指数分析

通过人类干扰指数模型对保护区 2003 年和 2009 年的人类活动干扰指数进行计算, 得到整个保护区内人类活动干扰指数结果(表 5)。

表 5 2003 年与 2009 年人类干扰指数

Tab.5 The human effect index of 2003 and 2009

| 年份   | 区域指数   |       |       |        |
|------|--------|-------|-------|--------|
|      | 实验区    | 缓冲区   | 核心区   | 整体     |
| 2003 | 21.517 | 5.258 | 0.688 | 27.463 |
| 2009 | 25.814 | 5.519 | 0.685 | 32.018 |

由表 5 可见, 2009 年人类活动对保护区的干扰强度比 2003 年有明显增加, 通过对比各个功能区内的

人类活动干扰指数, 可以看到干扰指数变化主要集中在实验区, 而缓冲区和核心区受人类活动的影响变化不大, 说明 2003~2009 年间人类活动对保护区的影响主要集中在实验区, 而缓冲区和核心区之间受人类活动影响不大, 主要原因是实验区的居民区、工矿用地等较多、变化较大, 而核心区和缓冲区得到有效管理, 原有的植被都得到了较好的保护, 变化较小。

## 4 结论

作者分析了崂山自然保护区人类活动的基本类型, 用人类干扰指数模型将保护区内不同类型的人类活动强度由抽象的遥感影像转化为客观数据, 能较好地反映保护区内人类活动的变化信息, 得到的结果符合客观事实, 为保护区今后的管理和政策制定提供了客观、直接、科学的数据资料, 主要结论如下:

(1) 崂山自然保护区受农田、工矿用地和居民区的干扰较大, 主要是因为它们的分布范围广、面积大。从空间分布特征来看, 沿海区域受人类活动的影响较小, 内陆地带受人类活动的干扰较大, 主要由于内陆地区人类活动类型复杂、活动频繁, 农田、工矿用地等主要集中在此; 沿海养殖区、旅游区和道路等人类

活动面积较小, 对保护区产生的干扰强度也小。

(2) 2003~2009 年间, 人类活动对保护区的干扰有所增强, 变化区域主要集中在实验区, 而核心区和缓冲区受到人类活动的影响变化不明显, 主要原因是实验区的居民区、工矿用地等较多、变化较大, 而核心区和缓冲区得到有效管理, 原有的植被都得到了较好的保护, 变化较小。

参考文献:

- [1] 郭砾, 余世孝, 夏北成. 人类活动对泰山景观多样性时空变化的影响[J]. 生态科学, 2005, 24(3): 202-206.
- [2] 韦惠兰, 朱婷, 白建明, 等. 生物多样性保护中的人类活动影响指数建模与计算——以甘肃省白水江国家级自然保护区为案例[J]. 农业现代化研究, 2008, 29(5): 611-614.
- [3] 黄领梅, 沈冰. 干旱区人类活动干扰强度定量评估研究[J]. 西安理工大学学报, 2009, 25(4): 425-429.
- [4] 郑华, 欧阳志云, 赵同谦, 等. 人类活动对生态系统服务功能的影响[J]. 自然资源学报, 2003, 18(1): 118-124.
- [5] 张翠云, 王昭. 黑河流域人类活动强度的定量评价[J]. 地球科学进展, 2004, 19(1): 386-390.

# Monitoring and assessment of human activities in Laoshan nature reserve by satellite remote sensing

CUI Wen-lian<sup>1</sup>, LIU Jie<sup>2</sup>, LIU Shan-wei<sup>2</sup>, WANG Yan-ling<sup>1</sup>

(1. Qingdao Environmental Monitoring Center, Qingdao 266003, China; 2. China University of Petroleum, Qingdao 266580, China)

Received: Oct., 11, 2014

**Key words:** Laoshan nature reserve; human activities; remote sensing; human activities interference index model

**Abstract:** Human activities have an important impact on biodiversity and ecological balance of nature reserves. Analysis of the impact of human activities on nature reserves can provide evidence for protective policy making and effective management. Based on the high-resolution remote sensing data of 2003 and 2009, herein, we extracted the information of human activity in the protected areas, and analyzed the impact of human activities on the Laoshan Nature Reserve. The results showed that during 2003-2009, the nature reserves subjected to a greater interference of residential areas, industrial land, farmland and other human activities, and the degree of interference has increased. The areas with changes mainly located in the experimental area, however, the core and buffer zones didn't exhibit a significant change with effects of human activities.

(本文编辑: 谭雪静)